

УДК 666 713

В.Б.Устьянов, к.т.н., В.В. Іващенко, к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## НОВІ МЕТОДИ І ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРИСКОРЕНОГО КОМПЛЕКСНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ КЕРАМІЧНОЇ СИРОВИНИ

*Разработан комплекс методов и устройств для исследования глин и сырьевых композиций для изготовления строительной, технической и бытовой керамики, который позволяет в десятки и сотни раз ускорить процесс исследования, то есть сократить их трудозатраты и энергоёмкость, гарантируя при этом качественные результаты.*

*A set of methods and devices for the study of clays and raw materials for manufacturing the compositions of construction, technical and household ceramics is developed. It allows tens or hundreds of times to accelerate the research process, that is, to reduce labor costs and energy consumption while guaranteeing high-quality results.*

Природна різноманітність глин для виробництва будівельної та побутової кераміки вимагає регулярно контролювати властивості сировини на діючих виробництвах і досліджувати сировину нових покладів і для нових виробів.

Чимало різновидів високоякісної кераміки виготовляють із штучних сировинних сумішей, для компонування яких теж потрібні лабораторні дослідження.

Традиційні методи таких досліджень, розроблені ще 50 - 100 років тому є достатньо простими, але вони трудоміські, енерговитратні, малопродуктивні, досить суб'єктивні і не завжди точні. Тому робота, присвячена розробці нових сучасних, високопродуктивних, енергозощаджуючих і точних методів і приладів дослідження, є, безумовно, актуальною.

Для розроблення композиційної кераміки, яку ми назвали „ячеїстозаповненою” [1], виникла потреба прискореного дослідження кераміко-технологічних властивостей сировини, особливо для вивчення можливостей комбінації матеріалів матриці і наповнювача.

Розроблений нами комплекс методів і приладів для прискореного дослідження керамічної сировини пройшов успішне випробування і застосування в Науково-дослідному інституті будівельних матеріалів і виробів (м. Київ), в Інституті колоїдної хімії і хімії води НАН України і в НТУУ „КПІ” на кафедрах кераміки і механіки пластичності матеріалів та ресурсозберігаючих процесів.

Нижче ми наводимо опис двох приладів з цього комплексу, але вони можуть використовуватись і окремо кожен.

Лабораторна мікропіч являє собою малоінерційний несилловий агрегат, який дозволяє за декілька хвилин висушити і випалити (або спучити) зразок сировини у вигляді шматочка або кульки розміром із горошину або пірамідки (типу піроскопу).

Робочий простір печі об'ємом з наперсток. Нагрівач – обмотки платино-платинородієвої термопари або з ніхромової проволочки.

У першому варіанті температура печі може бути доведена до 1400° С. Вимірюють температуру періодично, переключаючи обмотку з ЛАТРу на потціометр.

У другому варіанті температура печі не перевищує 1100 ÷ 1200° С, міряють її термопарою.

Мала інерційність печі (здатність швидко нагріватися і охолоджуватись) забезпечується не тільки малими розмірами, але й використанням високоякісної теплоізоляції на основі алюмосилікатного і базальтового волокна.

Спостереження за зразками ведуть крізь кварцове скло, яке накриває верх печі, через звичайну або ж бінокулярну лупу.

Щоб попередньо і швидко визначитися із властивостями невідомої глини, виготовляють двошарову пірамідку, яка має (по вертикалі) шар контрольної глини, властивості якої відомі, і шар тієї, яку досліджують. За вигином пірамідки під час висушування і випалювання можна робити висновок про властивості глини, яку досліджують.

Цей експрес-метод дозволяє приблизно оцінити мінеральну основу глини, чутливість до сушіння і випалювання, вогнетривкість, спучуваність, колір і твердість черепка. Не даючи високої точності, цей метод у сотні разів швидший за традиційні.

Традиційно керамічну сировину досліджують на стандартних зразках у вигляді плиток (паралелепіпедів), вимірюючи і зважуючи свіжовідформований, висушений і випалений зразки, вираховують їхню вологість, усадку під час висушування і випалювання і втрату маси. Насичуючи зразки водою, розраховують їхнє водопоглинання. Зразки, насичені водою, заморожують і відтають кілька разів, визначаючи їхню морозостійкість [2].

Це дослідження є трудомістким, довгим у часі, вимагає чималих енерговитрат, має низьку точність і об'єктивність в оцінці результатів, тому що під час сушіння і випалювання зразків в них виникають напруження від нерівномірності усадки унаслідок швидкого висушування кутів і ребер зразків у порівнянні із внутрішніми зонами. Це призводить до короблення, утворення тріщин і внутрішніх розшарувань. В результаті такі показники як повітряна і вогнева усадка, водопоглинання, морозостійкість не є достатньо точними і об'єктивними, бо залежать від умов експерименту і від самого дослідника. Тому для підвищення точності збільшують кількість зразків у партії і кількість експериментів, що в свою чергу збільшує час досліджень, їхню трудомісткість і енергоємність.

Нами розроблений метод і пристрій, які дозволяють у десятки разів пришвидшити процес дослідження керамічної сировини.

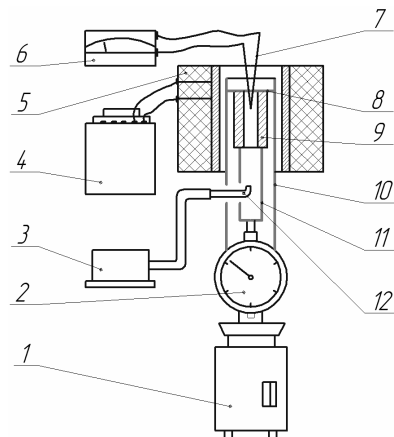


Рис. 1.

1 – ваги; 2 – індикатор; 3 – мікрокомпресор; 4 – трансформатор; 5 – піч; 6 – потенціометр; 7 – термопара; 8 – пластина; 9 – зразок; 10 – зовнішня трубка дилатометра; 11 – внутрішня трубка дилатометра; 12 – ежектор

Пристрій складається з двох коаксіальних кварцових трубок довжиною 300 – 400 мм, які з'єднані із індикатором годинникового типу, який встановлений на чашу вагів.

Для експрес-досліджень нами запропонований оригінальний зразок циліндричної форми із діаметром отвору  $5 \div 10$  мм, товщиною стінки  $5 \div 7$  мм і висотою  $50 \div 70$  мм.

Відсутність на зразку кутів і ребер, обігрівання його трубчатою піччю, стінки якої паралельні боковій поверхні циліндричного зразка, дозволяє ідеалізувати його як об'єкт безкінечної висоти і знехтувати перепадом вологості і температур по товщині. Це дозволяє на одному такому зразку, не виймаючи його з пристрою, фіксувати його розміри, температуру і масу, тобто досліджувати усі потрібні технологічні характеристики.

Свіжовідформований вологий зразок з глини такої форми і розмірів розташовують в дилатометрі і насувають на нього трубчасту електропіч. Не торкаючись до зразка, його висушують, випалюють, охолоджують, насичують водою і заморожують.

Зразок висушують, продуваючи повітря через його отвір. При цьому напрямок потоків тепла від печі і вологи у зразку співпадають, що забезпечує швидке висушування при малих внутрішніх напруженнях і максимальну усадку.

Повітря подається за допомогою мікрокомпресора через зігнуту голку, яка введена у прорізі біля індикатора. Голка втягує зовнішнє повітря, діючи як інжектор, і, не торкаючись кварцових трубок, не впливає на показники вагів.

В верхній частині кварцових трубок розташовані виводи кінців термопар, спай яких розміщений біля поверхні зразка.

Висушування і випалювання виконується як єдиний безперервний процес протягом 3 – 6 годин. Результати оформлюються у вигляді графіка залежності зміни лінійних розмірів зразка від вологості (під час висушування) і від температури (під час випалювання). На цьому ж графіку зображується і термогравіметрична крива.

Аналіз кривих дозволяє зробити висновки щодо мінеральної основи глини, її чутливості до сушіння (критерій А.Ф.Чижського [3]), здатності спікатися і наявності таких домішок, як вільний кварц чи то дисперсний вапняк.

За графіком легко визначити повітряну і вогневу усадку зразків, при різних формувальних вологостях і температурах випалювання, не проводячи спеціальних досліджень.

Якщо використовувати в якості муфеля для трубчатої печі замість трубок стакан із кварцового скла, то з'являється можливість дослідження випалювання у регламентованому середовищі. Більш легка гаряча газова суміш, заповнюючи перевернутий догори дном стакан, не змішується із зовнішнім повітрям і тому не змінює свій склад.

При незначній реконструкції дилатометр дозволяє реєструвати різницю змін лінійних розмірів двох зразків (напівциліндрів) під час сушіння і випалювання, що важливо знати для розробки двошарової, ангобованої чи то композиційної кераміки.

Після охолодження зразка його видаляють з дилатометра, насичують водою (з піпетки), визначаючи водопоглинання, а потім заморожують і розморожують, визначаючи морозостійкість.

Існування багатьох методів оцінки сушильних властивостей [3], свідчить про те, що жоден з них не є надійним. У якості прототипу ми використовували метод професора А.Ф.Чижського, як найбільш безпосередній, прямий і швидкий.

Розроблений метод дозволяє оперативно досліджувати і оцінювати схильність глин та виробів з них до сушіння і до утворення в них завилькуватості.

Прилад являє собою металеву циліндричну ємність з гладким плоским дном, заповнену сольовим розчином, і встановленому в ній електричному кип'ятильнику. Концентрація розчину забезпечує кипіння при  $105 \pm 110^\circ \text{C}$ .

Прилад встановлюють на рівну вологу поверхню спеціально підготовленого пласта глини, яку досліджують, товщиною  $10 \div 20$  мм або на свіжо-відформовану цеглину.

Через кілька десятків секунд прилад знімають. Якщо на відбитку не з'явилися тріщини, прилад встановлюють на нове місце і збільшують час його теплового впливу на матеріал. Якщо тріщини не з'явилися, дослід повторюють, збільшуючи час контакту. Критерієм чутливості до сушіння є час прогрівання до появи на відбитку тріщин.

Встановлюючи прилад біля граней цеглини, визначають, на скільки грані більш чутливі до сушіння, ніж основне тіло цегли.

Аналогічно визначалася схильність сировини і виробів до завилькуватості, яка штучно моделювалася розрізуванням глиняного бруса набором струн на паралельні пласти.

Стандартно формувальну вологість глини визначають, висушуючи зважений невеликий об'єм сировини у сушильній шафі при температурі  $105 \pm 110^\circ \text{C}$  протягом  $1,5 \div 4$  годин.

Запропонована методика, при якій зважена пластинка сировини розмірами з п'ятак укладається на шар гігроскопічного паперу, а на неї встановлюється циліндр з кип'ячим сольовим розчином, і зразок висушується за декілька хвилин, бо вода усмоктується шаром паперу, дозволяє у десятки разів скоротити процес визначення формувальної вологості сировини.

Розроблені нами методи і пристрої дозволяють у десятки і сотні разів прискорити процес дослідження керамічної сировини і отримувати точні комплексні характеристики процесів висушування і випалювання, при цьому різко зменшити трудовитрати і енерговитрати.

### Список літератури

1. Способ изготовления керамики (его варианты), Авторское свидетельство СССР № 1 175 920 от 28.02.1983, опубл. бюл. № 32, 30.08.85.
2. А.Г.Комар, Ю.М.Баженов, Л.М.Сулименко. Технология производства строительных материалов, Москва, „Высшая школа“, 1990.
3. А.Ф.Чижский. Сушка керамических материалов и изделий., М., Стройиздат, 1971.